

BUNDE REPUBLIK DEUTSCHLAND

PCT/EP 03/06393

EPO 3/06393

10/518196

PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



Rec'd FOMATTEC 16 DEC 2004

REC'D 04 AUG 2003	EPO-BERLIN
10-07-2003	WIPO PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 28 085.1

Anmeldetag: 19. Juni 2002

Anmelder/Inhaber: Celon AG medical instruments, Teltow/DE

Bezeichnung: Elektrodennadel

IPC: A 61 B 18/14

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 27. Juni 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Jerošek

Eisenführ, Speiser & Partner

München
Patentanwälte
European Patent Attorneys
Dipl.-Phys. Heinz Nöth
Dipl.-Wirt.-Ing. Reiner Fritzsche
Lbm.-Chem. Gabriele Leißler-Gerstl
Dipl.-Ing. Olaf Ungerer
Patentanwalt
Dipl.-Chem. Dr. Peter Schuler

Alicante
European Trademark Attorney
Dipl.-Ing. Jürgen Klinghardt

Berlin
Patentanwälte
European Patent Attorneys
Dipl.-Ing. Henning Christiansen
Dipl.-Ing. Joachim von Oppen
Dipl.-Ing. Jutta Kaden
Patentanwalt
Dipl.-Phys. Dr. Andreas Theobald

Pacelliallee 43/45
D-14195 Berlin
Tel. +49-(0)30-841 8870
Fax +49-(0)30-8418 8777
Fax +49-(0)30-832 7064
mail@eisenfuhr.com
http://www.eisenfuhr.com

Bremen
Patentanwälte
European Patent Attorneys
Dipl.-Ing. Günther Eisenführ
Dipl.-Ing. Dieter K. Speiser
Dr.-Ing. Werner W. Rabus
Dipl.-Ing. Jürgen Brügge
Dipl.-Ing. Jürgen Klinghardt
Dipl.-Ing. Klaus G. Göken
Jochen Ehlers
Dipl.-Ing. Mark Andres
Dipl.-Chem. Dr. Uwe Stilkenböhmer
Dipl.-Ing. Stephan Keck
Dipl.-Ing. Johannes M. B. Wasljeff

Rechtsanwälte
Ulrich H. Sander
Christian Spintig
Sabine Richter
Harald A. Förster

Hamburg
Patentanwalt
European Patent Attorney
Dipl.-Phys. Frank Meier

Rechtsanwälte
Rainer Böhm
Nicol A. Schrömgens, LL.M.

Berlin, 18. Juni 2002

Unser Zeichen: CB1068 JVO/THE/kli/kwo
Durchwahl: 030/841 887 0

Anmelder/Inhaber: CELON AG
Amtsaktenzeichen: Neu anmeldung

Celon AG medical instruments
Rheinstraße 8, 14513 Teltow
Elektrodennadel

Die Erfindung betrifft eine Elektrodennadel mit einem Schaft und mindestens einer am Schaft ausgebildeten Elektrode.

Eine in der Medizin bekannte Methode zum Behandeln von pathologisch verändertem Körpergewebe ist das elektrochirurgische, insbesondere das elektrothermische Veröden des betroffenen Gewebes. Von besonderem Interesse ist diese Methode für die Therapie von Organumoren, z. B. Leberumoren. Zur Verödung werden eine oder mehrere Elektroden im zu verödenden Gewebe, d. h. dem Tumorgewebe, oder in dessen unmittelbarer Nähe platziert und ein Wechselstrom zwischen den Elektroden oder einer Elektrode und einer außen am Körper fixierten, sogenannten Neutral-elektrode, fließen gelassen. Fließt der Strom zwischen der Elektrode und der Neutralelektrode (ggf. auch zwischen mehreren Elektroden und einer oder mehreren Neutralelektroden), so spricht man von einer monopolaren Elektrodenanordnung. Fließt der Strom dagegen zwischen den im Gewebe befindlichen Elektroden selbst (in diesem Fall müssen mindestens zwei

Elektroden in das Gewebe eingebracht werden), so spricht man von einer bipolaren Anordnung. Die zum Platzieren im Gewebe vorgesehene Elektrode ist in der Regel auf einer Elektrodennadel angeordnet.

Zum Veröden des pathologisch veränderten Gewebes wird mittels Hochfrequenzgenerator ein Stromfluss zwischen den mit dem Körpergewebe in elektrisch leitendem Kontakt stehenden, sog. aktiven Elektroden und beispielsweise einer Neutralelektrode induziert. Der elektrische Widerstand des Körpergewebes führt dabei dazu, dass der Wechselstrom in Wärme umgewandelt wird. Bei Temperaturen zwischen 50°C und 100°C kommt es zu einer massiven Denaturierung der körpereigenen Proteine und in der Folge zum Absterben der betroffenen Gewebeareale. Aufgrund der hohen Stromdichte im Bereich der aktiven Elektroden erfolgt die Erwärmung des Gewebes vorwiegend dort, wo die aktiven Elektroden mit dem Körpergewebe in elektrisch leitfähigem Kontakt stehen.

Im Interesse einer wirkungsvollen Behandlung ist es vorteilhaft, den Fortschritt der Behandlung möglichst zeitnah zu überprüfen. Zu diesem Zweck gehen Mediziner dazu über, das Veröden von Tumorgewebe durch Applikation von Hochfrequenzstrom mittels Kernspintomographie zu überwachen. In einer kernspintomographischen Aufnahme sind dabei nicht nur die Unterschiede zwischen gesundem Gewebe und Tumorgewebe zu erkennen, sondern auch zwischen verödetem und nicht verödetem Gewebe.

Für ein wirkungsvolles Veröden des Tumorgewebes ist aber auch das genaue Platzieren der an einer Elektrodennadel angeordneten aktiven Elektroden im zu verödenden Gewebe oder in dessen Nähe wichtig.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Elektrodennadel zur Verfügung zu stellen, die ein sicheres und genaues Platzieren der aktiven Elektroden im Körper ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch eine Elektrodennadel nach Anspruch 1 gelöst. Die abhängigen Ansprüche enthalten weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der erfinderischen Elektrodennadel.

Die erfindungsgemäße Elektrodennadel weist einen Schaft und mindestens eine aktive Elektrode auf und zeichnet sich dadurch aus, dass der Schaft ein der aktiven Elektrode räumlich zugeordnetes kernspinaktives Marker-element umfasst. Das kernspinaktive Markerelement setzt sich aus einem Material zusammen, dessen magnetische Eigenschaften sich sowohl von denen des Schaft- und Elektrodenmaterials als auch von denen des Kör-pergewebes, das sich im wesentlichen aus Wasser zusammensetzt, unter-scheidet. Dies kann erfindungsgemäß dadurch erreicht werden, dass Mate-rialien mit paramagnetischen (z.B. Bronze, Aluminium, Kupfer, Messing) oder ferromagnetischen Eigenschaften (z.B. Eisen, Nickel, Stahl) oder des-sen Legierungen zur Anwendung kommen.

Der Erfindung liegt der folgende Gedanke zu Grunde:

Konventionelle Elektrodennadeln sind als mit dem Körpergewebe in Kon-takt zu bringende Behandlungsvorrichtungen körperverträglich auszuges-talten. Der Schaft besteht daher aus körperverträglichen Materialien, bspw. aus körperverträglichen Kunststoffen oder aus körperverträglichen Metal-len, die ggf. mit körperverträglichen Kunststoffen überzogen sind. Die akti-ven Elektroden sind aus Metall hergestellt und werden entweder von einem Teil des Schafes gebildet oder sind in diesen integriert. Ein wegen seiner guten Körperverträglichkeit einerseits und einer guten kernspinkompatibili-tät andererseits häufig für die aktiven Elektroden oder für Schäfte verwen-detes Metall ist Titan oder dessen Legierungen. Dieser Aufbau gewährleis-tet durch geeignete Artefakte eine gute Bildgebung und Darstellung der gesamten Elektrodennadel.

Von entscheidender Bedeutung für einen guten Behandlungserfolg ist je-doch die optimale Positionierung des aktiven Bereiches der Elektrodenna-del, d.h. dem Bereich, der in elektrisch leitendem Kontakt zum umgeben-den Körpergewebe steht und in dessen Umgebung durch die hohe Strom-dichte die therapeutische, d.h. koagulative Wirkung einsetzt. Dieser Bereich kann bei Elektrodennadeln nach dem Stand der Technik in der magnetre-sonanz-tomographischen Aufnahme nicht vom restlichen Nadelteil differen-

ziert werden, so dass die Position der Nadel relativ zum pathologischen Gewebe (z.B. Tumor) nur schwer zu bestimmen ist.

Sind die aktiven Elektroden der Elektrodennadel dagegen mit einem kernspinaktiven Markerelement markiert, so hinterlässt das kernspinaktive Markerelement in kernspintomographischen Aufnahmen Artefakte, welche die Lage der aktiven Elektroden sichtbar machen. Da sich in der Aufnahme das zu verödende Gewebe, bspw. ein Tumorgewebe, vom gesunden Gewebe abhebt, ist mit Hilfe der erfindungsgemäßen Elektrodennadel das Überwachen des für die Behandlung vorzunehmenden Platzierens der aktiven Elektroden möglich.

Um nicht nur die Position der aktiven Elektrode der Elektrodennadel in der kernspintomographischen Aufnahme sichtbar zu machen, sondern auch ihre Ausdehnung, erstreckt sich in einer Ausgestaltung der Elektrodennadel das kernspinaktive Markerelement über die gesamte axiale Länge der aktiven Elektrode. Alternativ kann sich das kernspinaktive Markerlement über die gesamte axiale Länge des Schaftes der Elektrodennadel mit Ausnahme der axialen Länge der aktiven Elektrode erstrecken, so dass man in der kernspintomographischen Aufnahme ein Artefakt erhält, in dem der Bereich der aktiven Elektrode ausgespart ist. Man erhält so quasi ein „Negativbild“ der aktiven Elektroden.

In einer Ausführungsform der Elektrodennadel ist das kernspinaktive Markerelement als Draht ausgestaltet. Drahtförmige kernspinaktive Markerelemente sind kostengünstig zu produzieren und leicht zu handhaben. Sie können aus einem einfachen ferromagnetischen Material enthaltenden Draht bestehen.

Die Elektrodennadel weist in einer Ausgestaltung der Ausführungsform einen Schaft mit einem Lumen auf. Der Draht ist im Inneren des Lumens, das nicht in Kontakt mit dem Körpergewebe steht, angeordnet. In dieser Ausgestaltung ist es nicht nötig, als kernspinaktives Material ein gut körperverträgliches Material auszuwählen, was die Anzahl der zur Verwendung für die erfindungsgemäße Elektrodennadel geeigneten Materialien

erhöht. Der Draht kann beispielsweise an der Innenseite des das Lumen umgebenden Mantels des Schafes befestigt sein. Eine derartig ausgestaltete Elektrodennadel ist einfach und kostengünstig herstellbar.

In einer alternativen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Elektrodennadel ist das kernspinaktive Markerelement als Beschichtung vorhanden. Die Beschichtung kann beispielsweise ferromagnetisches Material enthalten. Die Ausführung als Beschichtung ermöglicht es, in einfacher Weise die gesamte Fläche der aktiven Elektrode zu markieren. Zudem kann die Beschichtung sehr dünn gehalten werden, so dass der Platzbedarf des kernspinaktiven Markerelementes gering ist. Die Beschichtung ist daher insbesondere für sehr dünne Elektrodennadeln geeignet.

Die Elektrodennadel weist in einer Ausgestaltung dieser Ausführungsform, einen Schaft mit einem ein Lumen umgebenden Mantel auf, wobei die Beschichtung an der Innenfläche des Mantels angebracht ist. Da die Beschichtung dünn ausgeführt werden kann, beansprucht sie keinen Platz, der für andere Komponenten der Elektrodennadel, wie bspw. die elektrische Zuleitung zur aktiven Elektrode und/oder eine Kühlmittelzuleitung zum Kühlen der aktiven Elektrode, vorgesehen ist.

In einer alternativen Ausgestaltung der Ausführungsform umschließt die aktive Elektrode einen axialen Abschnitt des Schafes. Die Beschichtung ist in dieser Ausgestaltung zwischen dem Schaft und der aktiven Elektrode entweder am Schaft oder an der Elektrode angebracht.

Statt als Beschichtung oder Draht kann das kernspinaktive Markerelement in einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Elektrodennadel als Hülse ausgestaltet sein. Eine Hülse ist leicht herzustellen und zu handhaben.

In einer Ausgestaltung dieser Ausführungsform umschließt die aktive Elektrode einen axialen Abschnitt des Schafes. Die Hülse ist hierbei zwischen dem Schaft und der aktiven Elektrode angeordnet.

In einer weiteren Ausführungsform ist das kernspinaktive Markerelement als Drahtspule und insbesondere als Helixfeder ausgestaltet. Eine Drahtspule kann, insbesondere wenn sie als Feder ausgestaltet ist, in einfacher Weise mittels Klemmsitz im Inneren der Nadel befestigt werden. Eine Drahtspule hat aufgrund ihrer Induktivität auch dann kernspinaktive Wirkung, wenn sie kein ferromagnetisches Material enthält.

Die Drahtspule kann zudem in einer vorteilhaften Weiterbildung der Ausführungsform auf die Frequenz des Kernspintomographen abgestimmt sein. Das Abstimmen ermöglicht es, die Intensität eines von der Drahtspule in der kernspintomographischen Abbildung hinterlassenen Artefaktes an bestehende Anforderungen anzupassen.

Weitere vorteilhafte Eigenschaften, Merkmale und Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Elektrodennadel ergeben sich unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung verschiedener Ausführungsbeispiele.

Figur 1 zeigt eine Elektrodennadel in perspektivischer Darstellung.

Figur 2 zeigt das distale Ende der in Figur 1 dargestellten Elektrodennadel in einer vergrößerten Darstellung.

Figur 3 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Elektrodennadel in einem Schnitt entlang ihrer Längsachse.

Figur 4 zeigt eine alternative Ausgestaltung des ersten Ausführungsbeispiels in einem Schnitt entlang der Längsachse.

Figur 5 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Elektrodennadel in einem Schnitt entlang der Längsachse.

Figur 6 zeigt eine alternative Ausgestaltung des zweiten Ausführungsbeispiels in einem Schnitt entlang der Längsachse.

Figur 7 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Elektrodennadel in einem Schnitt entlang der Längsachse.

Figur 8 zeigt ein vierter Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Elektrodennadel in einem Schnitt entlang der Längsachse.

Figur 9 zeigt eine alternative Ausgestaltung des vierten Ausführungsbeispiels in einem Schnitt entlang der Längsachse.

Figur 10 zeigt eine weitere alternative Ausgestaltung in einem Schnitt entlang der Längsachse.

In Figur 1 ist in perspektivischer Darstellung eine Elektrodennadel 1 zu sehen. Die Elektrodennadel 1 umfasst einen Schaftabschnitt 3 mit einem Schaft 4, der an seinem distalen Ende zwei aktive Elektroden 7 aufweist. Zudem weist die Elektrodennadel 1 einen Griffabschnitt 5 zum Handhaben der Nadel auf.

Eine vergrößerte Darstellung des distalen Endes des Schafthes 4 mit den beiden aktiven Elektroden 7 ist in Figur 2 dargestellt. Zwar sind in den Figuren 1 und 2 am distalen Ende des Schafthes 4 jeweils zwei aktive Elektroden dargestellt, jedoch kann die Elektrodennadel 1 je nach Anwendungszweck (monopolare, bipolare oder multipolare Behandlung) eine beliebige Anzahl aktiver Elektroden 7 umfassen. Mindestens ist jedoch eine aktive Elektrode 7 vorhanden.

Als Materialien für den Schaft kommen körperverträgliche Materialien, insbesondere Kunststoffe oder Metalle, in Frage. Der Schaft kann, wenn er aus Metall hergestellt ist, in Abschnitten, in denen er isolierend sein soll, mit einem elektrisch isolierenden Überzug, beispielsweise einem Lack- oder Kunststoffüberzug, versehen sein. Für die aktiven Elektroden 7 und metallische Schäfte wird üblicherweise aufgrund seiner guten Körperverträglichkeit Titan oder eine Titanlegierung verwendet. Aufgrund ihrer paramagnetischen Eigenschaften sind diese Materialien kernspinkompatibel. Auch an-

dere, paramagnetische und körperverträgliche Metalle kommen grundsätzlich in Frage.

Der Schaft 4 der Elektrodennadel 1 ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel hohl ausgebildet, d. h. er umfasst einen Mantel 10, der ein Lumen 8 umschließt. Das Lumen 8 dient dabei üblicherweise zur Aufnahme elektrischer Leitungen zum Anschließen eines nicht dargestellten Hochfrequenzgenerators an die aktiven Elektroden 7 sowie gegebenenfalls von Kühlmittelzuführleitungen zum Kühlen der aktiven Elektroden 7 im Betrieb.

Ein erstes Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Elektrodennadel 1 ist als Schnitt entlang der Längsachse des Schafes 4 in Figur 3 dargestellt. Im Schnitt sind der Schaft 4, der Mantel 10 sowie das Lumen 8 der Nadel zu erkennen. An der Außenfläche des Mantels 10 sind die aktiven Elektroden 7 angeordnet, die den Mantel 10 ringförmig umschließen und sich über eine bestimmte axiale Länge des Mantels erstrecken. Die axiale Länge kann, anders als in Figur 3 dargestellt, für jede aktive Elektrode verschieden sein. Der Mantel 10 ist bei der hier abgebildeten, bipolaren Elektrodennadel aus einem isolierenden Material hergestellt, um die beiden aktiven Elektroden 7 gegeneinander zu isolieren, und weist dort, wo die aktiven Elektroden 7 angeordnet sind, eine gegenüber dem Rest des Schafes 4 geringere Wandstärke auf, damit die Elektroden 7 bündig mit der Außenfläche des Mantels 10 abschließen.

An der Innenwand des Mantels 10 sind dort, wo sich die aktiven Elektroden 7 befinden, Drahtstücke 9 aus ferromagnetischem Material, beispielsweise Stahldraht, angeordnet. Der Draht 9 kann z.B. an die Innenfläche des Mantels 10 geklebt, gelötet oder punktgeschweißt sein. Sein Durchmesser ist vorteilhafterweise so groß, dass er in einer kernspintomographischen Aufnahme gut zu erkennen ist, aber auch klein genug, damit im Lumen 8 genügend Raum für weitere darin anzuordnende Komponenten der Elektrodennadel 1 verbleibt.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Draht 9 zwischen den beiden Elektroden 7 unterbrochen, so dass beide Elektroden separat markiert sind.

Alternativ ist es auch möglich, den gesamten aktiven Bereich der Elektrodennadel 4, der von beiden Elektroden 7 und der zwischen ihnen liegenden Isolation gebildet wird, einheitlich mit einem durchgehenden Stück Draht zu markieren. Diese kostengünstige Alternative bringt kaum Nachteile mit sich, da in der Regel nur der von allen Elektroden gemeinsam gebildete aktive Bereich einer Elektrodennadel interessiert.

Der Draht 9 erstreckt sich jeweils über die gesamte axiale Länge einer aktiven Elektrode 7, so dass sein Bild in einer kernspintomographischen Aufnahme nicht nur die Position, sondern auch die Länge der aktiven Elektrode 7 anzeigt.

Figur 4 zeigt eine alternative Ausgestaltung des ersten Ausführungsbeispiels. Vom ersten Ausführungsbeispiel unterscheidet sie sich dadurch, dass sich der kernspinaktive Draht 9a über die gesamte Länge des Schaf-tes 4 mit Ausnahme derjenigen Bereiche, in denen sich die aktiven Elektroden 7 befinden, erstreckt. In einer kernspintomographischen Aufnahme führt dies dazu, dass die Abschnitte, in denen sich die aktiven Elektroden 7 befinden, von Wiedergaben des Drahtes 9a begrenzt werden. In diesem Sinne stellt das kernspintomographische Bild, welches mittels der in Figur 4 dargestellten Ausgestaltung gewonnen wird, das Negativbild desjenigen Bildes dar, das mit der Ausgestaltung aus Figur 3 gewonnen wird.

Ein zweites Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Elektrodennadel ist in Figur 5 dargestellt. Im folgenden wird nur auf die Unterschiede zum ersten Ausführungsbeispiel eingegangen.

Anders als im ersten Ausführungsbeispiel ist das kernspinaktive Marker-element statt als ferromagnetischer Draht als ferromagnetische Beschich-tung 11 auf die Innenfläche des Mantels 10 aufgebracht. Die Beschichtung 11 erstreckt sich jeweils auf der axialen Länge einer aktiven Elektrode 7 über den gesamten Innenumfang des Mantels 10. Alternativ kann sich die Beschichtung auch auf den gesamten aktiven Bereich erstrecken, der von beiden Elektroden und der zwischen ihnen liegenden Isolation gebildet wird.

In einer alternativen Ausgestaltung (siehe Figur 6) ist die gesamte Innenfläche des Mantels 10 bis auf diejenigen Bereiche, in denen sich die aktiven Elektroden 7 befinden, beschichtet. Wie im ersten Ausführungsbeispiel erzeugt diese Ausgestaltung in einer kernspintomographischen Aufnahme quasi ein Negativbild der aktiven Elektroden 7.

Ein drittes Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Elektrodennadel 1 ist in Figur 7 dargestellt. In dieser Ausführungsform ist das kernspinaktive Material zwischen der Innenfläche der aktiven Elektroden 7 und der Außenfläche des Mantels 10 angeordnet.

In der dargestellten Ausgestaltung liegt das kernspinaktive Markerelement in Form einer Hülse 13, beispielsweise einer Stahlhülse, vor, welche die Außenfläche des Mantels 10 ringförmig umgibt. Vorteilhafterweise weist die Außenfläche des Mantels 10 dort, wo die aktiven Elektroden 7 anzubringen sind, Ringnuten auf, die zur Aufnahme der Hülse 13 geeignet sind. Um die Hülse herum sind dann die aktiven Elektroden 7 angeordnet. Die Tiefe der Nuten ist vorzugsweise so gewählt, dass die Außenflächen der ringförmigen Elektroden 7 bündig mit der Außenfläche des Mantels 10 abschließen. Auch in den übrigen dargestellten Ausführungsbeispielen ist es vorteilhaft, wenn die Außenflächen der aktiven Elektroden 7 bündig mit der Außenfläche des Mantels 10 abschließen.

Zwar ist im dritten Ausführungsbeispiel das kernspinaktive Markerelement als ferromagnetische Hülse ausgestaltet, jedoch können als Alternative auch die aktiven Elektroden 7 als Hülsen ausgestaltet sein, deren innere Umfangsfläche mit einem ferromagnetischen Material beschichtet ist. In einer weiteren Alternative können die aktiven Elektroden 7 ebenfalls als Hülsen ausgestaltet sein, wobei die Beschichtung jedoch an den Bodenflächen der Ringnuten vorhanden ist.

Ein vierter Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Elektrodennadel 1 ist in Figur 8 dargestellt. Die Elektrodennadel dieses Ausführungsbeispiels umfasst einen metallischen Schaft 4, bspw. aus Titan, mit einem Lumen 8 und einem das Lumen 8 umgebenden Mantel 10a. Sie umfasst

außerdem eine die Außenfläche des Schaftes 4 umschließende isolierende Hülle 17. Das distale Ende des Schaftes 4 ragt aus der isolierenden Hülle 17 heraus und bildet die einzige aktive Elektrode 7' der dargestellten Elektrodennadel 1.

Im inneren des Lumens 8 ist eine Drahtspule 15 angeordnet, die sich vom distalen Ende des Schaftes bis zum Beginn der isolierenden Hülle 17 erstreckt. Sie kann z.B. durch Verlöten, Verschweißen, Verkleben oder Verklemmen an der Innenseite des Schaftes 4 befestigt sein.

Eine alternative Ausgestaltung dieses Ausführungsbeispiels ist in Figur 9 gezeigt. Im Lumen 8 des Schaftes 4 ist eine Zuleitung 19 zum Zuführen eines Kühlmittels angeordnet. Die Drahtspule 15 aus einem kernspinaktiven Material ist vom distalen Ende der Zuleitung 19, wo sie in die Öffnung der Zuleitung eingehängt ist, bis zum Beginn der isolierenden Hülle 17 um die Zuleitung gewickelt. Der in die Öffnung der Zuleitung 19 eingehängte Abschnitt der Drahtspule 15 ist so lang, dass er selbst dann, wenn die Drahtspule 15 verrutscht und an das distale Ende des Lumens 8 anstößt, noch teilweise in die Öffnung der Zuleitung 19 hineinragt und so ein völliges Lösen der Spule 15 von der Zuleitung 19 verhindert.

Die Drahtspule 15 kann in beiden Ausgestaltungen, als Feder ausgestaltet, auch mit Klemmsitz im Lumen 8 oder um die Zuleitung 19 herum befestigt sein.

Statt einer Drahtspule kann alternativ auch ein gerades Stück Draht aus ferromagnetischem Material in die Zuleitung eingehängt sein. Diese Variante ist in Figur 10 abgebildet.

Patentansprüche

1. Elektrodennadel mit einem Schaft (4) und mindestens einer am Schaft (4) ausgebildeten aktiven Elektrode (7), dadurch gekennzeichnet, dass der Schaft (4) ein der aktiven Elektrode (7) räumlich zugeordnetes kernspinaktives Markerelement (9; 9a; 11; 11a; 13, 15) umfasst.
2. Elektrodennadel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich das kernspinaktive Markerelement (9; 11; 13, 15) über die gesamte axiale Länge der aktiven Elektrode (7) erstreckt.
3. Elektrodennadel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich das kernspinaktive Markerelement (9; 11; 13, 15) über die gesamte axiale Länge mehrerer aktiver Elektroden (7) und der zwischen ihnen liegenden Zwischenräume erstreckt.
4. Elektrodennadel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich das kernspinaktive Markerlement (9a; 11a) über die gesamte axiale Länge des Schafthes (4) mit Ausnahme axialen Länge der aktiven Elektrode (7) erstreckt.
5. Elektrodennadel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das kernspinaktive Markerelement als Draht (9; 9a, 15) ausgestaltet ist.
6. Elektrodennadel nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaft (4) ein Lumen (8) aufweist und der Draht (9; 9a, 15) im Lumen (8) des Schafthes (4) angeordnet ist.
7. Elektrodennadel nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaft (4) einen das Lumen (8) umgebenden Mantel (10) mit einer Innenseite aufweist und der Draht (9; 9a, 15) an der Innenseite des Mantels (10) angeordnet ist.

8. Elektrodennadel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das kernspinaktive Markerelement (11; 11a) als Beschichtung ausgestaltet ist, die vorzugsweise ferromagnetisches Material enthält.
9. Elektrodennadel nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaft (4) einen ein Lumen (8) umgebenden Mantel (10) mit einer Innenseite aufweist, auf welche die Beschichtung (11; 11a) aufgebracht ist.
10. Elektrodennadel nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, die aktive Elektrode (7) einen axialen Abschnitt des Schafes (4) umschließt, wobei die Beschichtung zwischen dem Schaft (4) und der aktiven Elektrode (7) angeordnet ist.
11. Elektrodennadel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das kernspinaktive Markerelement als Hülse (13) ausgestaltet ist.
12. Elektrodennadel nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die aktive Elektrode (7) einen axialen Abschnitt des Schafes (4) umschließt, wobei die Hülse (13) zwischen dem Schaft (4) und der aktiven Elektrode (7) angeordnet ist.
13. Elektrodennadel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das kernspinaktive Markerelement als Drahtspule (15) ausgestaltet ist.
14. Elektrodennadel nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Drahtspule (15) auf eine Frequenz eines Kernspintomographen abgestimmt ist.
15. Elektrodennadel nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Drahtspule (15) eine Spiralfeder ist.

16. Elektrodennadel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das kernspinaktive Markerelement als gerader, kernspinaktiver, vorzugsweise ferromagnetisches Material enthaltender Draht (15') ausgestaltet ist.

Zusammenfassung

Die erfindungsgemäße Elektrodennadel weist einen Schaft 4 und mindestens eine aktive Elektrode 7 auf und zeichnet sich dadurch aus, dass der Schaft 4 ein der aktiven Elektrode 7 räumlich zugeordnetes kernspinaktives Markerelement 15 umfasst. Das kernspinaktive Markerelement kann ferromagnetisches Material, wie bspw. Eisen, Kobalt, Nickel oder Stahl, enthalten.

Figur 10

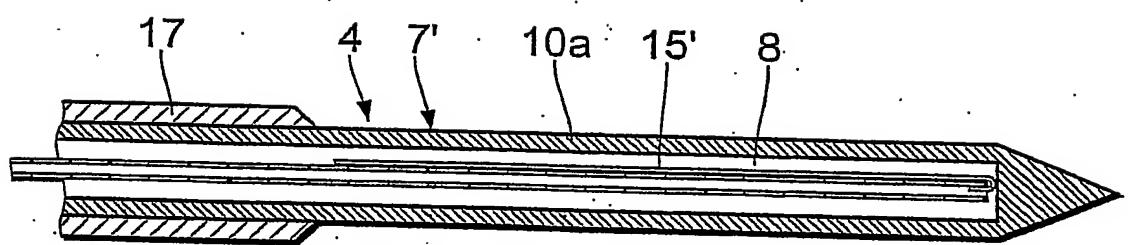


Fig. 10

1/4

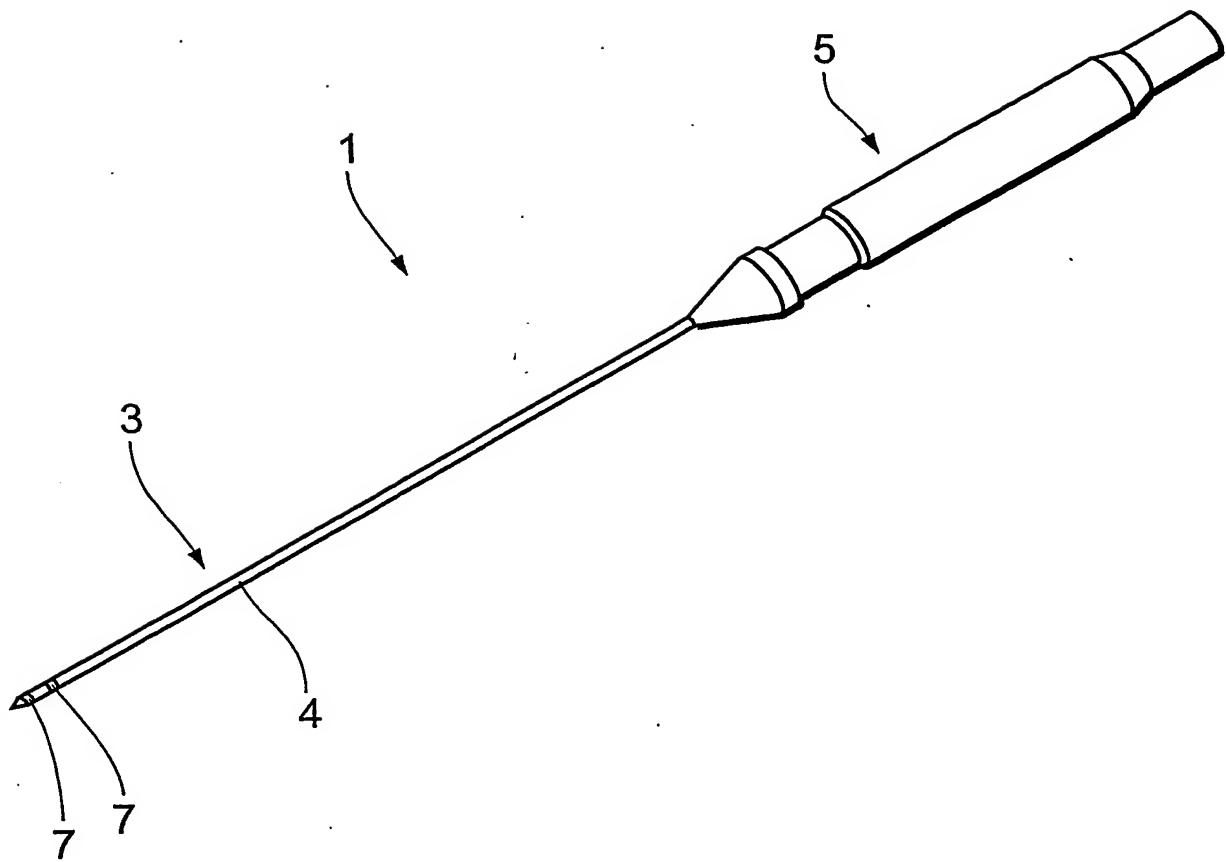


Fig. 1

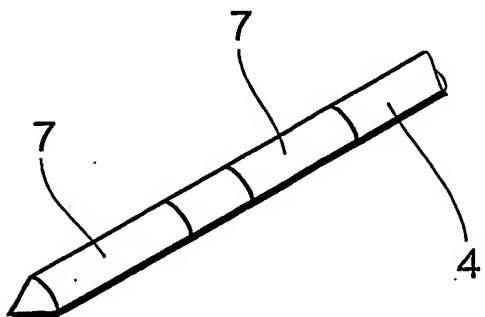


Fig. 2

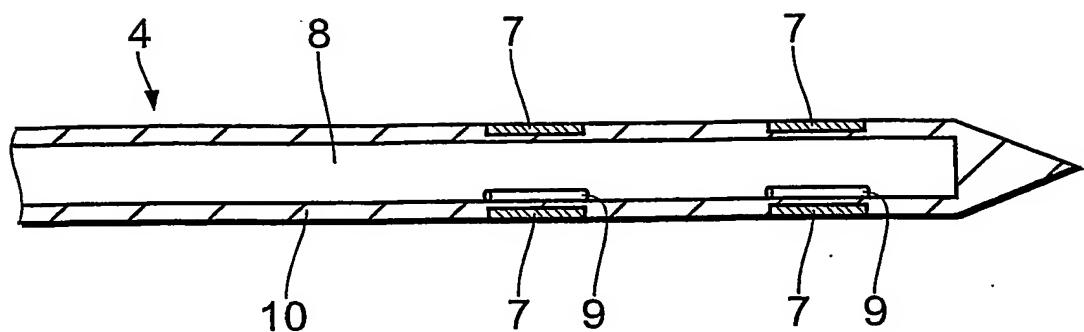


Fig. 3

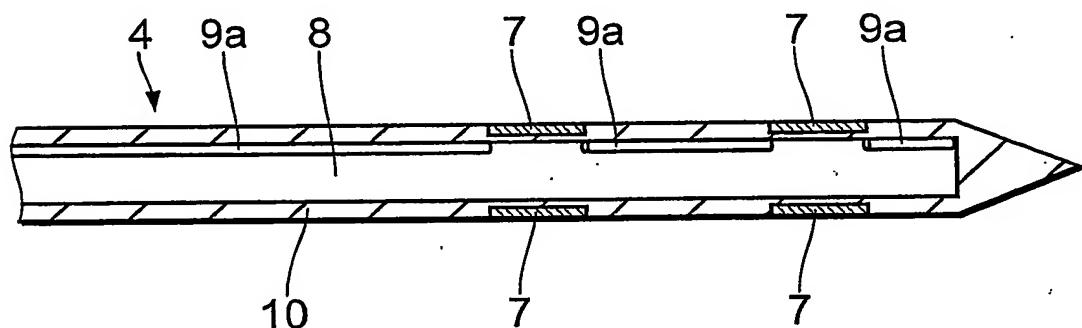


Fig. 4

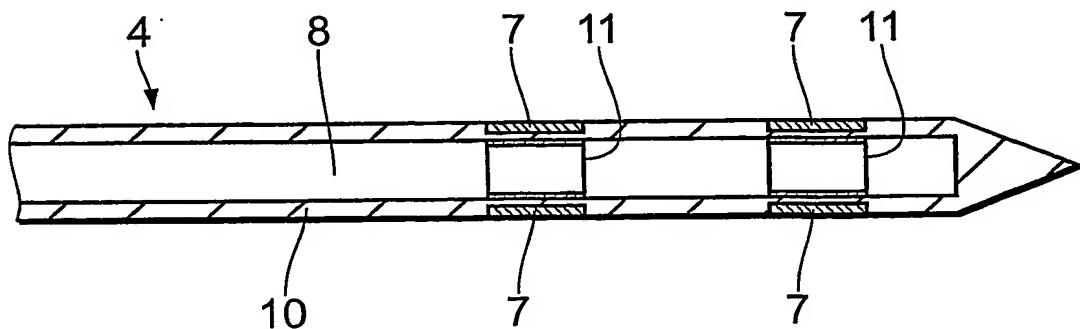


Fig. 5

3/4

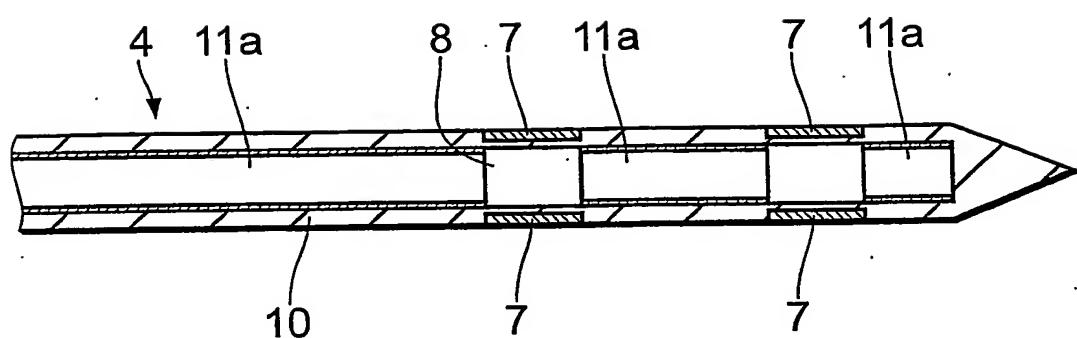


Fig. 6

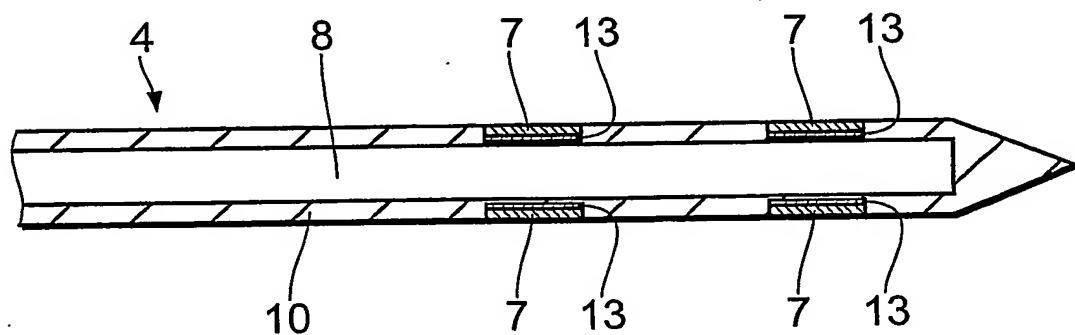


Fig. 7

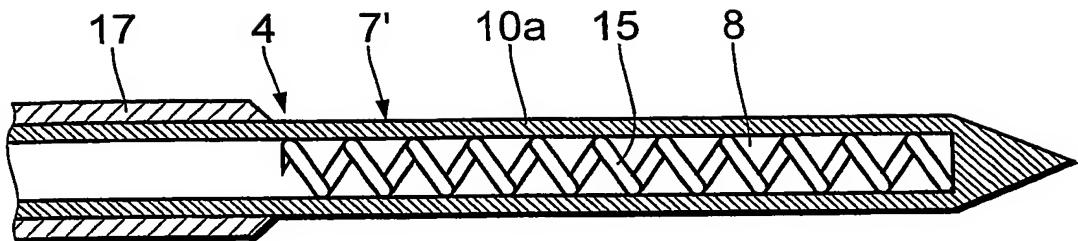


Fig. 8

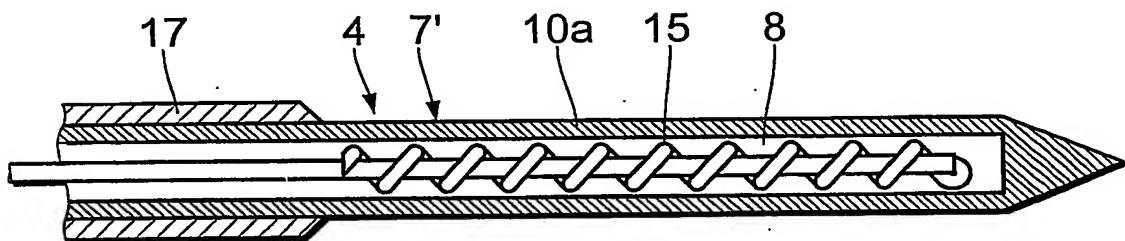


Fig. 9

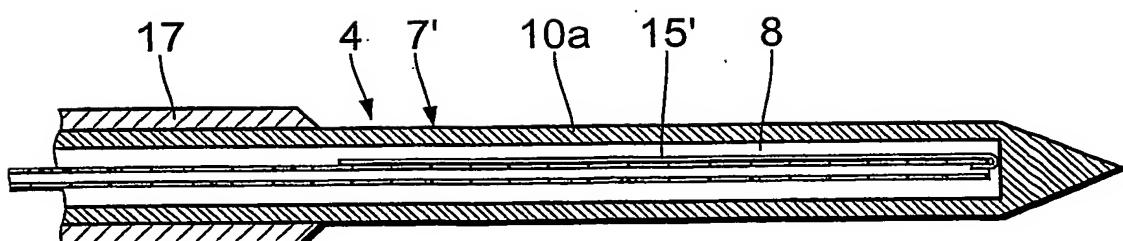


Fig. 10